総　合　評　価

1.　全般的な所見

物質構造科学研究所放射光研究施設（フォトン・ファクトリー，PF）は，いわゆるスモールサイエンスの分野では我が国においてそれまでにない規模の大型全国共同利用施設として1978年に建設をスタートし, 1982年より共同利用を開始した．当初の予想を大幅に越えて利用者が激増し，それに伴って実験ホールを拡充し，ビームライン, ステーションを次々に増設し現在70ステーションまでになっている．一方，ストーレッジリングも改良，改造が重ねられ，現在でも世界の代表的な放射光源としての地位を維持している．

この放射光施設については1995年に初めて外部評価が行なわれ，それまでの放射光科学および関連分野への貢献が評価されると同時に, いくつかの改善すべき事柄についての助言が与えられた. これらの助言を参考にしながら放射光研究施設では，施設の整備，共同利用実験および独自の研究活動を推進してきた．しかし，この6年間にPFを取り巻く状況は大きく変化している．

まず，第1は設置形態の変化である．1997年に高エネルギー物理学研究所が東京大学原子核研究所, 東京大学理学部付属中間子科学研究施設と一緒になって高エネルギー加速器研究機構を作り, その中に素粒子原子核研究所と物質構造科学研究所，加速器研究施設，共通研究施設ができた．放射光実験施設は，同じサイトにあって同様に加速器を用いて得られるプローブを用いた物性研究を行っている中性子科学研究施設，中間子科学研究施設とともに物質構造科学研究所に組み込まれ，同研究所の放射光研究施設になった．しかし，最近，陽子加速器統合計画が進展して，中性子，中間子分野の実験装置は将来東海地区に設置されることが決まり，さらに状況は変わろうとしている．

第2は, 第3世代硬X線高輝度光源施設として西播磨学園都市に建設が進められていたSPring-8が1997年から共同利用を開始し，世界最高の性能を持った放射光源として年間およそ2800人のユーザーが活発に利用するまでに到ったことである．PFのユーザー数（2001年度で約2700人），共同利用実験課題数（2001年度で有効課題数733件）をみると，SPring-8稼働後は一定の数の上下を変化している状況である．共同利用実験課題のうち80～85%がX線領域の放射光を利用するものであり，将来の方向性を考えるときもX線ユーザーに対して実験機会を提供するという役割を依然はたす必要がある．ユーザーの所属大学の分布をみると，関東地区の割合が多く放射光分野でのユーザーの研究本拠地と放射光施設の物理的距離の相関が現れており，今後も大学，ユーザーの多い関東地区のユーザーとの緊密な連携の必要性を示唆している．

前回の評価委員会は，2.5GeVリングが稼働してから13年の時点で行われたものであったが，今回はさらに6年を加えた19年となっている．施設の保守・改良の

努力はあるものの，全体としては設備の老朽化が気になり始める頃である．提出資料から PF が老朽化した施設，設備，ビームライン，装置などの改善の努力を払いつつ, 更に高度化するためのプロジェクトを進めてきたことを読みとることができた．最も象徴的なものは，2.5GeV リングのエミッタンスを 130nmrad から 27nmrad に低下させるためのリングの改造を 1997 年に 9 ヶ月のシャットダウンを取って行なったことである. これによりリングは第 3 世代光源に近い性能を持つものとなった. これに併せてビームラインの改造も行われている．特に，初期に建設され時代遅れになったビームラインのいくつかは Scrap & Build され新しいビームラインに生まれ変わった．また，企業が建設した専用ビームラインは，現在では 2 社のみ残して撤退し，共同利用のビームラインに生まれ変わっている．一方，トリスタン計画におけるブースターリング, 6.5GeV の AR ではパラサイト的な放射光利用によって，世界に先駆けたいくつかの研究が行なわれてきたが，KEK-B リングへの直接入射路を新設したことにより，放射光専用光源への転用が開始された．しかしながら，この 6 年間は KEK-B の建設，立ち上げ作業の影響を受けその運転状態は放射光利用という立場から見ると甚だ不満足なものであった．しかし，2000 年から 2001 年にかけての補正予算によるリング真空系の改造，補正電磁石の新設，ビームモニターの増強などによって，ビーム寿命が延び，軌道の安定性が改善し，世界的にもまれな X 線領域でパルス運転を常時行う光源として，今後の放射光利用実験に大きな期待を持つことができる．

1995 年の評価委員会からの助言にもとづいて，「スタッフの研究環境改善」や「プロジェクト研究の推進」などにおいては，改善の努力の跡がみえ，ある程度の成果も上がっていると言える. クリティカルマスを越えた研究グループの形成と言う点では，研究活動の活発ないくつかのグループが形成され，研究成果も得られている．今後も，このような研究グループの育成に心がけると同時に，グループの研究活動が共同利用実験の推進に直接結びつくような形の運営体制の構築を進めることが望ましい．しかしながら，限られたスタッフ数で PF および PF-AR の二つのリングを維持，改良し，この二つのリングに設置されている約 70 の実験ステーションにおける共同利用実験支援をし, さらにスタッフ自身の研究活動を行うには限りがある．したがって，ユーザーによるビームラインの維持・管理活動の推奨や，場合によっては性能やアクティビティが落ちユーザーも多くないようなビームラインの閉鎖も視野に入れた議論を行う必要があろう. そして，ユーザーコミュニティと連携をとりながら，PF としての特徴をより多く出すような活動の方向を目指すべきである．

PF が施設として立ち上がりの時期あるいは拡張期にあった 1990 年ごろまでは，装置技術，方法論の開発に PF スタッフは多くのエネルギーを割いてきていたが，過去 6 年の活動をみると，装置技術，方法論の開発研究のウェイトが下がっている

ようにみえる．放射光施設の建設期，拡張期に比べると，装置開発業務の比重が下がることはある程度理解できるが, 施設がアクティブで最先端の研究を行う場として機能するためには，装置技術，方法論の開発が極めて重要である．限られたスタッフの活動の中で，装置技術，方法論の開発においても，優れた成果を出す努力を継続的にする必要があることをもう一度確認してほしい. このような観点を研究施設のスタッフが理解すると同時に, 関連研究コミュニティにおいても共通の理解が得られるように施設として努めることも必要と思われる.

施設の将来の方向として，短期的には 2.5GeV リングを再度改造して，挿入光源用直線部を 11 とほぼ倍増し, PF-AR の直線部 5 とあわせて 16 の挿入光源ビームラインの整備を計画している．すなわち，既存の施設，設備を最大限有効利用しようとする姿勢である. 予算も新たに放射光源を建設するものと比べればはるかに小さな規模のものであり，実現のために最大限の努力を払うべきである．しかし，より長期的な方向性に関しては，まだ十分煮詰まっていないという印象を受ける．蓄積リング型光源以外の新しい考え方が出てきているという状況もあるが, 早急にユーザーコミュニティと連携して 10 年後の放射光研究施設に備えるべき新光源，および共同利用研究所として備える機能についての展望を明確にして世に問う努力が必要である.

大強度陽子加速器計画が KEK と原研との共同プロジェクトとして認められ，東海村の原研のサイトに建設することが決まったが，これによって，中性子，中間子研究グループの実験場所が東海村に移ることになるので物質構造科学研究所のあり方そのものにも大きな影響が避けられないと予想される.また，具体的な形態がどうなるか明確ではないが, 高エネルギー加速器研究機構の法人化も日程に上がってきており, 現在の高エネルギー加速器研究機構のあり方に大きな変化を与えることになると予想される.

上に述べたように，PF は一つの大きな変革点にきていることが明らかではあるが, その将来のあり方を考えるにはまだ不透明な要素があまりにも多いといわざるを得ない．したがって，本評価委員会としては，PF の現状分析の中から浮かび上がった諸問題を指摘するに止めるが，今後，将来への展望と役割責任について早急に議論を煮詰め，変革に対する早期の対応を希望する.

2.　光源加速器の評価

PF リングは当初第 2 世代の汎用放射光源として建設されたものであるが，1996 年から 1997 年にかけて高度化を目指した改造が行われた．すなわち，ラティスを再配置して四極, 六極磁石の数を二倍にすることによって 130 nmrad から 27 nmrad

にエミッタンスを下げることに成功した．この改造によって，定常的に 36 nmrad で運転することが可能となり，第 3 世代放射光源と比較しても見劣りのしない光源になった．上に述べた高輝度化にともなって生じたビーム不安定性や寿命の短縮の問題も改善されて，大電流（450mA）,長寿命の安定したリングとして現時点でも世界に誇る高い性能を持つ放射光源となっていることは高く評価すべきである．

しかし，解決すべき課題も残されている．特に問題なのは挿入光源である．各種の挿入光源の導入は世界的に見てもそれぞれに時宜を得たものであったが，リング直線部の数が限られていることもあり，新たな挿入光源の設置はなされていない．現存する挿入光源についてみると，機能においては，波長掃引の自動化，円偏光の高速切り替えが実現していない，また，ユーザーからのギャップ変更要求においてもトラブルが見られ，一層の信頼性の確保が望まれている．現在，直線部の増加，ミニポールアンジュレータの設置などが計画されているが，世界の放射光施設に伍していくには，直線部増強計画による挿入光源の数の増加と質の向上整備が必要である．

また，PF リングは建設されておよそ 20 年経っており，いろいろな箇所に老朽化の兆候が見られるようになった．したがって，老朽化への対策を講じることは不可欠である．ここ数年における老朽化対策として，電磁石電源の更新を進め，故障率が大幅に低下した．また，高周波加速電源を更新してシステムの信頼性を高める努力が払われている．しかし，加速器は生き物であり，常に改良，改造を続けていかなければ直ぐに二流，三流になってしまう．現状維持のための老朽化対策に追われるだけではなく，性能向上に向けて絶えず努力することが必要である．

一方，PF-AR については，その補強のための経費が補正予算によって認められ，真空システムの機能強化によるビーム寿命の改善，ビーム位置モニターの強化と整備，軌道補正電磁石の増強，制御計算機の一新などにより，X 線領域での単バンチ放射光を発生する光源加速器としての性能が高まり，ユーザー運転に順調に進んでいくことが期待される．

このリングではパラサイト的放射光利用が行われた時期に，真空封止型アンジュレータの開発，磁気コンプトン実験，メスバウアー実験など先駆的なチャレンジが行われてきた．今回の改造によって世界的にも希な X 線領域で大強度・シングルバンチというユニークな特徴をもった光源リングに生まれ変わろうとしている．さらに，リング北西部に新たな実験ホールを建設することも補正予算によって認められ，挿入光源ビームラインを新設することが可能になった．PF-AR にはビーム電流増強を含む高性能化と安定な運転を期待する．

PF-AR リングが放射光専用になることにより，PF リングと併せて二つの光源に関わってユーザー運転するという，運営上の新たな課題が生じてきた．スタッフ数の増加無しに二つのリングに関わることが大変であることは理解できる．しかし，

PF の初期には業務委託もなくスタッフ全員が加速器に立ち向かい理解を深めていった. この積極性が PF 光源加速器を世界のトップレベルにまで上げたといえよう. 運営上の問題に関しては PF と加速器研究施設との話し合い，協力関係を構築することは重要であり，KEKB 立ち上げ時に発生した PF-AR における長期に亘る共同利用実験の停止という事態を再び起こしてはならない. 一方，放射光利用研究者のニーズを的確に把握する放射光源研究系の加速器研究者として PF-AR という異なる加速器に積極的に関わり，PF リングではできない経験を通して加速器の理解を一層深めてもらいたい.

3.　ビームラインの評価

今回の評価委員会では, 放射光を用いる研究分野を, 電子物性, 構造物性, 化学, 材料科学，生命科学の 5 つに大別してそれぞれの分野に対応する分科会を組織し，個々のビームラインならびに実験設備に関する具体的な評価はそれらの分科会に委ねることにした. それぞれの分科会では，ビームラインについての参考資料（“Beamline Performance and Scientific Activities at the Photon Factory”，ビームライン毎の論文リスト）の検討とビームライン担当者からのヒヤリングを行って評価結果を分科会報告にまとめた. また，分科会毎に外国の著名な研究者 2～3 名に書面審査を依頼したが, この外国人研究者による評価結果も各分科会ごと毎にまとめてある. 上記の分野別分科会とは別の切り口として, 装置･方法論開発分科会を設け，上記の各分野別分科会からそれぞれ 1 名ずつがこの分科会に入って, 装置や方法論の観点から横断的にすべてのビームラインを評価した.

個々のビームラインや実験装置類に関する評価については各分科会の報告書を参照して戴くことにして，ここには全体的な所見を記す.

3.1 ビームラインの性能，整備状況

詳細は各分科の報告に譲るが，多くのビームライン・実験装置は所定の性能を実現した後，定常状態にあるか，あるいは不断に性能向上の努力が続けられており，そこから生み出されている研究成果には世界をリードするものも多数見られる. これらは第二世代光源といえども放射光の特質のみに頼らず, 斬新な研究課題の設定と新進気鋭の発想を持った研究者の発掘, そして特徴のある実験環境を提供することによって優れた研究環境を構築することが競争力を維持する上で重要なことを示している.

一方で, 挿入光源を用いたビームライン数が限られていることは否めない. また, 挿入光源を用いるビームラインでも, 光源と分光器のマッチングが最適化されてい

ない，分光器と挿入光源の同期掃引が出来ない，熱負荷を十分に処理出来ていない等の問題を抱えており，これらの点は改善を要する．

提案されている直線部増強計画は（1） 9 m 長直線部にアンジュレータを設置することにより，第三世代光源と十分な競争力のある大強度高分解能分光システムが完成できる，（2）低ベータの短直線部にミニポールアンジュレータを設置することにより，指向性の高い X 線が得られる，（3）本計画では部分的なラティスの変更だけが必要であり，新しい光源建設に比べればはるかに短時間で実現できかつ，コストもかからない計画である．

X 線領域の多くのビームラインではビームライン毎に特定の実験装置が設置されているが，真空紫外・軟 X 線領域では多くのステーションが汎用ステーションとして整備されてきた．これは需要と供給のバランスの上で行われたことであろうが，特徴ある研究を展開するためには S 型課題を活用する等して利用目的を絞った専用化を考えるべきである．専用化した後，ある程度成果が出たら別の分野での専用化を進めるという考え方も出来る．

ビームライン光学系や制御系の整備状況に関しては第二世代放射光源としての様々な努力がなされているビームラインが存在する一方で，ややおざなりな感を否めないビームラインも存在する．これはブランチビームラインの全体が個々の担当者に任せられ，担当者の関心と興味により力点の置かれ方が異なっていることに拠っているように感じられる．ビームライン・ステーション間の壁を下げ，一つのビームラインで行われた開発が他のビームラインに波及し易い構造を工夫すべきである．

一部に報文数が極めて少ない，あるいはその減少が目立ってきているビームラインが散見される．また目的が重複していて，統廃合する事が望ましい例も見受けられる．国内には SPring-8，UVSOR，HiSOR 等いくつかの放射光施設が既に稼働しており，限られた予算，マンパワーの中で PF はどの領域に力を注ぎ，どの様な整備をすることが望ましいか，高い視点から戦略的な判断をすべきである．

3.2 取扱説明書類の整備，使い易さの向上

放射光の発展に伴い，化学・材料科学・生命科学分野では放射光利用経験の浅い，または全くない研究者が利用実験をするケースが増えている．また，長期に亘る利用実績のある研究グループでもその構成員は順次世代交代している．コミュニティのアクティビティを向上するためには常に新しい研究者，研究分野に門戸を開き，新しい視点での研究を奨励することが重要である．この様な視点から限られたビームタイムの中で効率的に実験を行うためには予め実験法を学習し，実験計画を立案するためにビームライン，実験装置の取扱説明書を整備すること，信頼性が高く，使い勝手の良いビームライン，実験装置を整備することが重要である．この様

な整備によって施設職員の支援業務や故障修理にかかる負荷を軽減することが可能となると期待される.

取扱説明書の整備に当たっては建設者・ビームライン担当者の視点だけでなく，利用実験者の視点が重要であり，ユーザーの協力が不可欠である．また，S 型課題で整備されたビームライン, 実験装置については S 型課題の組織を中心に取扱説明書を整備すべきである．これらの活動を奨励するため，‘良い取扱説明書を整備すること’を‘良い報文を出版すること’と同様に高く評価すべきである.

3.3 マンパワーについて

欧米の多くの放射光施設では数人の研究者，技術者が 1 本のビームライン，実験装置の維持，開発，共同利用支援を行っている．一方，PF の場合は職員一人当たり 2～3 本のビームラインを担当するという異常な状態にある．この様な状況にもかかわらず PF の共同利用支援は高い水準にあると判断される.

近年，化学・材料科学・生命科学分野の申請課題数が飛躍的に増加している．これはビームライン担当者の努力の結果と判断されるが, 一方では所内スタッフの専門分野がこれらの多種多様な物質とそれらに固有のサイエンスに対応し切れていない. 他方，将来計画で示される新しい放射光を利用する研究やそれに対応する技術の開発も施設が先頭に立って行う必要がある.

しかしながら, 最高レベルの研究を行うためにはチャレンジングで開拓精神のあふれる研究を持続することが重要であるという側面がある. このためには管理すべきビームライン数に比べてスタッフ数が少なすぎるということに起因する過度の労働は避ける必要がある. 協力ビームラインという方法によって他機関のマンパワーの導入が行われているが, 今後の発展や大学側の現状も考慮するとこれには限界があるだろう．マンパワー確保（数と質）の必要性については，「最重要課題」と位置づけ抜本的な対策を講じる必要がある.

スタッフ増が困難とすれば，当面以下のことが考えられる.

- ビームラインへの今後の予算投入という中にはポスドクやなにがしかの研究支援者を確保できる自由度のある人件費を積極的に認めること，あるいは予算の使途に対する現在の枠組み（費目規制）の緩和を強く働きかける必要がある.
- 場合によっては現スタッフの状況下で，最高レベルの研究，ビームライン管理・運営，共同利用のための業務を十分に実施できるように，PF が維持・管理するビームライン数を適正値まで減少させることも必要かと思われる．ビームライン数を削減しないまでも，支援・投資のレベルに段階を設けることも検討すべきである.

3.4 今後の技術開発について

一般的には放射光への要求は高輝度，高フラックスという流れであるが，研究対象とする物質や研究テーマの多様性を考えると，照射損傷を受けやすい試料の場合には，例えば微弱信号に対応できる高性能な検出系の開発・導入や，使い勝手の良い安定したビームライン・実験装置への改良，試料周りの工夫などの努力が重要である．またデータ解析用のソフトウエアの独自整備なども必要であろう．

提案されている将来計画から十分に研究成果を上げるためには，コヒーレンシーを劣化させない光学素子や高速のシャッター，検出器等の開発が要求される．PF では一つのテーマに比較的長いビームタイムを充当することが可能であり，腰を据えた装置・方法論開発に適しているとも考えられる．この利点を活かして将来計画に生きる装置・方法論開発を継続的に行っていくことを期待する．

3.5 ビームライン運営について

各ビームラインで行われている研究分野は多岐に亘り，また研究対象としている試料の性質も大きく異なっている．従来はこれらを同一のルールの下で運営してきたが，各研究分野の特質にあったフレキシブルな運営を検討すべきである．但しこの様な方針はビームライン担当者個々の判断に依るのではなく，施設として利用者と十分に協議した上でルールを定め，公表して透明性，公平性を失わない配慮をすべきである．

４． 共同利用ならびに組織・運営に関する評価

4.1 共同利用

PF は全国共同利用施設として，年間 2000 人以上の利用者によって活発に利用されてきた．ユーザーが共同利用実験を行うには，「共同利用実験課題申請書」を施設に提出し，課題審査会委員会の審査を経てその採否が決定される．初期の頃は申請の採択率が 90%を上回ることが少なくなかったが，1995 年以後，評価が高い実験課題へのマシンタイム配分を優先させるという方針のもとに，採択課題の選定をやや厳しくした結果，採択率が 80%程度になっている．PF の場合，採択された課題は２年間有効であり，4 月～7 月，10 月～12 月，1 月～3 月の 3 期間に分けて割り当てられる．したがって，マシンタイム配分の各期毎に課題審査を行う方式の場合と採択率を直接比較するのは困難であるが，マシンタイム配分までを考慮すると実質的な採択率は 60～70%程度になり，SPring-8 と同程度になる．PF における実験課題申請方式は専門家が評定するためレフェリーコメントも丁寧であり評価できるが，申請から採択までに 2.5～3.5 ヶ月の時間がかかる点については改善を要す

る．しかし，採択された課題が 2 年間有効であるため計画的に研究を遂行することができ，利用者におおむね好評である．

SPring-8 が稼動を始めると PF の利用が減少するのではないかと予想されたが，1997 年以後も PF の利用者数は 2300～2700 人前後，有効課題数も 650～700 件前後とほぼ横ばい状態である．このことは，SPring-8 の稼動にも関わらず PF に対する研究者のニーズが落ちていないことを示している．PF の利用者と SPring-8 の利用者にはかなりの重なりがあるので，両者の和が放射光関係の研究者数ということにはならないが，放射光関係研究者総数が増加していることは明らかであろう．両方の施設の特徴や研究者の地域分布などにもとづいて，SPring-8 と PF が上手く使い分けられて，わが国における放射光科学の発展に寄与しているように思われる．

PF における従来の課題申請方式は先端的な研究で，優先的なビームタイム配分や重点的な支援を必要とする研究を推進するには不十分な面があった．これを解消する目的で 1995 年から S 型課題制度が導入された．これは細切れのビームタイムでなく 3 年～5 年の長期的な計画として採択し十分なマシンタイムを配分するものである．これまでに約 20 件の S 型課題が実施されているが，いずれもかなりの研究成果をあげており，S 型課題の導入は有効に機能しているといえる．

実験課題審査方式は分野を問わず一律であるが，分野によって課題採択方式を少し変更してもよいのではないかと思われる．たとえば，蛋白質構造解析を例として取り上げると，蛋白質単結晶ができたらすぐにその回折データを調べることができることは当該分野の研究の推進には重要である．そして，測定した回折データについて直ちに予備解析を行って，再実験が必要なことが判明した場合には，直ぐに再実験ができることが望ましい．上に述べたようなことを考慮すると，蛋白質構造解析ステーションのマシンタイム配分方式は，従来とは少し違った方式を導入するほうがよいのではないか．同様な事情は他の分野についても存在するので，各研究分野の特殊事情をもう少し勘案した柔軟なビームタイムの配分の可能性を検討することが望まれる．

4.2 組織・運営形態

物質構造科学研究所放射光研究施設は，物質科学第一・二研究系 41 人，放射光源研究系 21 人の教官，技官 21 人で組織されており，これらを所長，副所長及び３系の研究主幹が運営している．所長は放射光だけでなく，中性子，中間子も含めた物性研究全体を総括する立場にある．副所長は放射光研究施設の施設長としての役割も果たしている．物質構造科学研究所設立の当初の理念は，放射光，中性子，中間子など加速器を用いて得られる各種のビームを総合的に駆使する研究を推進することにあった．一部の物性分野，構造学分野等においては放射光と中性子を総合的に用いた研究が行われてはいるが，まだ，当初の理念が十分に発揮されていると

はいえない．それに加えて，中性子，中間子の実験場所が将来は東海村に移ることが予想される．その場合に物質構造科学研究所設立当初の理念に沿った組織・運営形態を構築することが可能なのかという点で大きな疑念が残らざるをえない．

PF の物質科学第一，二研究系内部の組織・運営形態について記すと，この 6 年間にスタッフをグループ化し, グループ単位で研究プロジェクトを進める方向に再編成が進められてきた．特に，構造生物学に関しては，教授 1，助教授 1，助手 5，COE 研究員 2 の大グループが形成され，当該分野の一つの研究拠点が作られたことは評価できる．それ以外の分野では現時点で約 60%が 2～3 人で構成される研究グループを作っているが, 残りについてはまだグループ化が十分に進んでいるとは言えない. 一人で孤立したスタッフでも外部のユーザーと協力して顕著な研究成果を出すことができる場合もあろうが, 助手等若手研究者の場合は内部スタッフ主導の研究を推進することは困難であろう. グループ化が進行する以前の組織形態では, 個々のスタッフがビームラインの建設と独自のスタイルでの研究を行っていたように思われる．これは自由な雰囲気を醸成し，スタッフ個人が斬新な研究に向けて取り組んでいけるという点ではよい面があるが, 内部スタッフ主導の優れた研究を立ち上げることが難しいとととともに, 自由な雰囲気が刺激の減少につながってしまった場合もあることは否めない.

一方，放射光源研究系においては，当初からグループ責任制をとりいれて，加速器の維持改善に成果を挙げてきた実績がある．その反面，幅の狭い専門家になってしまう恐れがあり，応用・展開に鈍感になっていないか，新計画策定，組織変更などに対して保守的になっていないか，自己点検が必要であろう．

三研究系とも業務委託の導入や増員により, 初期と比較して運転業務の負担が軽減した. これに見合うだけ開発的研究が進んできたかより綿密な点検が期待される.

機構への組織変更に際して加速器研究施設が発足したが，PF の放射光源研究系は物質構造科学研究所にとどまり, 放射光用の加速器開発研究をミッションとして PF 光源リングの性能向上に努力してきた．ただし，AR の改造は加速器研究施設と放射光源系の共同作業で行われた．加速器研究者が，巨大な加速器研究施設に属する人と放射光源研究系に属する人の 2 種類に分かれていることになるが，AR 改造などのような大型業務においては放射光源研究系と加速器研究施設との協調, 協力関係は不可欠であり，両者の間では情報交換だけでなく，人事交流も絶えず活発に行うべきであろう．しかし，それとともに，放射光源研究系という形で加速器研究施設とは別に，放射光利用研究者のニーズを的確に汲み上げ，放射光利用研究者に新たな可能性を提案するなど光源加速器開発に強い問題意識と責任感をもつ加速器研究者組織が放射光研究施設内に存在することが, 今後の放射光科学の発展にとって大きな意味を持っていることを改めて強調しておきたい.

5. 1995 年評価報告書の助言と提言に対する PF の措置

5.1 スタッフの研究環境の整備

前回の外部評価の際に指摘された事項の一つに，内部スタッフ独自の研究活動を育成するための研究環境の整備があった. 諸外国の放射光施設に比べてビームライン当たりのスタッフ数が非常に少ないという状況は簡単には改善できないが, ポスドク 6〜7 名がついたこと，業務委託を大幅に増やしたこと，所外研究者に一部のビームラインの運営を任せるなどにより内部スタッフの業務負担を軽減したこと，また，ビームライン担当者に対して優先割り当てマシンタイムを設けたことなど，執行部によるこれまでの努力によって, 内部スタッフの研究環境はかなり整備されたといえよう．よい環境整備がよい研究を産み，PF のアクティビティの向上やユーザーの拡大につながると同時に，人事交流の活性化につながって行くことから，今後も内部スタッフによる研究の育成に対する努力が継続されることが望まれる．ただし，1995 年には前年開催された Synchrotron Radiation Instrumentation 国際会議の会議録が含まれるものの，スタッフの発表論文数が，現在に比較して研究環境が不充分であった 1995 年の 108 報 / 37 名をピークにして次第に減少し, 2000 年には 67 報 / 41 名になっていることは気になることである．論文数だけを取り上げるのは必ずしも適切ではなく質も考慮すべくではあるが, 内部スタッフの論文数の減少は検討を要する事項であろう.

5.2 「プロジェクト研究」の導入

前回の外部評価報告書で長期的な研究課題を取り上げる必要性が指摘されていたが，これに対しては「S 型課題」制度が導入された．97 年より現在まで，ビームラインの建設も含む大型の S1 課題が 6 件, ビームタイムの長期優先使用の S2 課題が 12 件採択され，実行済み，または，実行中である．この中で内部スタッフが代表となって推進している課題は S1 が 2 件，S2 が 3 件である．これらの S 型課題研究は PF のハイライト的な研究としてこれまで大きな成果を挙げている．予算的な措置が必要なこと, 一般実験課題に皺寄せを強いる事などの為にどの程度増やすかは軽々に判断できないが，もう少し増やしても良いのではないかと考えられる．また，内部スタッフ主導の S 型課題ももっと増えて良いように思われる.

PF の大きな方針として，構造生物学の研究の推進を目指して，その分野のスタッフの充実，予算的な措置などが行われた結果，蛋白質の構造解析だけでなく，結晶作成までも含めた大きな研究グループができた．理研等における構造生物学研究体制と比べるとまだ十分とは言えないが，今後大型予算の獲得も期待されており，物質構造科学研究所の重要な分野として育って行くことと期待できる．このように特色ある研究チームを所内に育てて行こうとする研究所の姿勢は十分に評価できる.

5.3 国際協力

国際協力を一層推進していくことの必要性も前回の外部評価において指摘されたことであった．オーストラリアはPFに専用ビームラインを持って独自の研究を行っている．また，これまで，中国，タイなどアジアとの国際共同研究が行われているが，これは科学技術を提供する色彩が強い．これらアジア各国との研究協力ももちろん積極的に推進すべきであるが，SPring-8がAPS，ESRFなどと硬X線第3世代リングとして世界の放射光最先端の研究について研究協力を活発に進めているのに比較して国際協力の面で遅れているように思う. 第二世代放射光施設として共通の問題を持つSSRL，NSLS，HASYLABなどと，個人レベルだけでなく組織として共同・協力体制を作る努力をするべきではないか. 放射光科学の発展に大きな寄与をしてきた第2世代放射光施設は, 光源のup gradeの必要性という共通の問題を抱えるとともに, それぞれがその特徴を生かしたユニークな研究を展開すべく努力している. その点で世界の第2世代放射光施設が相互の協力を進めることは有意義であり，日独，日英，日米などの国際共同研究等をもっと積極的に進めるべきであろう．そして，このような国際交流を通じて世界におけるPFの位置づけが明瞭になり，国際的にも説得力のある戦略が立てられるのではないか.

5.4 大学院教育への関与

前回の外部評価の提言でも，放射光関係の加速器や測定器の基盤技術を若手研究者に習得させ，後継者を養成していくためにPFが大学院教育にもっと積極的に参加すべきであるとの提言があった．この6年間のPFに設けられている研究科に入った総合研究大学院大学の大学院生は全部で合計18名であり, 年平均3名である. 多くの大学が重点化して大学院定員を増やしている現状を考えると総合研究大学院大学所属の大学院生の数を増やすことは容易ではないが, 今後もその努力は継続すべきであろう.

6. 助言と提言

6.1 将来計画について

先にも述べたように，PFリングは稼動を始めて20年になろうとしており，このままでは5年後はともかく，10年後になると放射光源としては世界の最先端から大きく水を開けられることは明らかである．そして，今後PFリングの老朽化対策のための出費もかさむことになると思われる. ARもほぼ同時期に建設されており, 高エネルギーフォトンによる機器の老朽化は一層深刻な問題である. このような状況を考えると，新しい光源加速器の建設計画を早い機会に打ち立て，広くユーザー

に宣伝し，ユーザーと共に計画を推進することがぜひとも必要と考えられる．

次世代の放射光源として，X 線自由電子レーザー（XFEL）やエネルギー回収型線形加速器（ERL）に関する研究開発が世界の数カ所ですでに進められている．10年後を考えるとこれらの XFEL や ERL による超高輝度放射光源がすでに実用化している可能性があり，わが国でもこれらに関する R&D を今から始めていく必要がある．しかし，放射光源リングの場合とは異なって XFEL や ERL は元来マルチユーザ対応の光源ではなく，また，ビームの安定性などの点で，少なくとも現状では未解決な課題が多い. 総合的に見て, 第 3 世代を越えた第 4 世代光源とは言い難い. PF は全国共同利用の SR 施設として, 多数のユーザーの多様なニーズに応える責務を負っている．したがって，PF の後継放射光源としては，単に高輝度を競うだけでなく，上に述べた条件を満たすものであることが望まれる．現在，PF で，入射器に ERL を組み込んだ 3-4GeV クラスの第 3 世代リング案が検討を始められているが，これは上に述べた要件を満たすものとして期待できる．

また，1 節，3.1 節にも記したように PF2.5GeV リングの直線部増強は比較的安価に，短期間の内に挿入光源の数，質を改善できる計画であり，放射光利用研究を質的に改善できると期待される．従って速やかに実施すべきである．

現在，東京大学，東北大学および KEK を中心として国内において議論されている極紫外・軟 X 線高輝度光源計画が実現する場合，PF はその建設・運営への協力をすると同時に，PF としての特徴を明確にして特徴ある研究を相補的に展開すべきである. 我が国の放射光科学をリードしてきた PF が今後も COE としてあり続けるよう，スタッフの責任と自覚を大いに喚起したい.

6.2 新しい可能性の開拓

PF の基本姿勢として「放射光を用いた方法論，装置の開発と新しい利用研究を発展させること」は今後も堅持し，進めていくべきである．しかし，SPring-8 が稼働を始めた現在，ある程度の棲み分けも必要ではないだろうか．すなわち，「最先端放射光性能の研究」というより，「放射光を用いた物質・生命科学を研究する」という視点を重視すべきである．物質科学，生命科学からみて，放射光は魅力ある光源であり利用できる対象はまだいくらでもある．したがって，放射光利用の新しい分野の開拓が PF の今後の重要な課題となろう. 例えば, 共鳴 X 線散乱の研究は,これまで放射光にあまり関心を示さなかった物性物理研究者を多く引きつけた．このような新しい分野の開拓は放射光科学を大きく発展させる．これには，単に待っているだけでなく積極的に周辺科学分野に出かけていき，何を求めているか，放射光で何ができるか，について議論し探索する必要があるだろう．内部スタッフが中心となった S 型課題を活用する等して，PF がイニシアティブを持って放射光を用いた新しい研究の可能性を開拓すべきである．つくば学園都市には「もの」作りを

中心にしている研究所や大学の研究室がたくさんあり，これらとの共同研究も積極的に進めることが重要であろう．

6.3 周辺設備の充実と技術革新

SPring-8 が稼働を始めてビームタイムの混雑状況はある程度軽減された．これまでのように細切れのビームタイムによるフラストレーションが緩和されたように思われる．確かに SPring-8 に比べると輝度では劣るが，輝度が支配因子でないような実験は数多くある．今回のビームラインの見直し評価を踏まえて，特定の研究に特化したビームラインと周辺設備の充実を図ることが望まれる．

物性研究において，放射光の果たす役割は大きいが，これからは，単に放射光を用いた実験だけでなく，温度，圧力，磁場，電場などさまざまなパラメーターを広い範囲で変えられる実験が利用可能な研究環境を作ることが必要である．一方，検出器の開発は光源の改良と同程度に重要な課題である．高感度，高速検出，高エネルギー分解能など，検出器に対するニーズはこれまでになく大きい．これにはマンパワーと予算をつぎ込み，地道で間断のない努力をすることが必要である．PF としても今後のプロジェクトの一つとして取り組むべき課題であろう．

一方，ユーザーの立場から見て，放射光利用のための施設を選ぶ場合，光の性能だけでなく，施設がどれだけ便利が良いか，どれだけ周辺装置が揃っているか，あるいは，宿舎が快適かなども大きな要因となる．「PF に行けば楽しく実験ができ，必ず成果が出る」というような周辺環境の整備も重要であろう．

6.4 社会に対する貢献

今後の法人化にむけて，これまで以上に社会に対する説明責任，及び，社会への貢献が重要になる．

まず第 1 は，広報活動の充実である．放射光研究は多額の国費を使うという意味ではビッグサイエンスであり，社会に対する説明責任の点から，PF での研究がどのように役に立っているかを幅広く宣伝することが必要である．また，研究の activity，最新情報を世界に発信することも重要である． 現在，スタッフがこれらの広報業務を付加的にやっており，そのことが十分に評価されていないことに問題がある．やはり，専任の広報担当が必要である．ホームページは国内外の施設に比べてかなり見劣りがする．専任のスタッフが常にホームページを監視してアップデイト化すること，最新研究ハイライトを和文，英文の両方で紹介することは，最低限必要であろう．

第 2 は放射光産業利用の活性化である．もちろん，PF での主な使命は科学技術の基礎研究であり，無理に産業利用に研究を向ける必要は無いが，これらの研究が産業のシーズになるケースも考えられる．これからは産業界からの利用を待ってい

るだけでなく，基礎研究であっても産業が興味を持つ研究を掘り起こし，それを企業に宣伝して共同研究を活性化すること, ベンチャービジネスを起こすことなども検討課題となろう．このためには，これを専門にする**コーディネーター**をつくり，研究者と企業とのパイプ役，あるいは，企業に対する宣伝活動をして，放射光の産業利用に目を向けさせる努力をすることが必要になろう．機構内に常に研究，及び産業技術の動向をウオッチし, 企業との橋渡しをするスタッフがいる**産学協同利用センター**（仮称）を設置することも検討してはどうか.

第 3 は**汎用ビームラインの整備**である．放射光はすべてのビームラインに公平に光を供給するので, できるだけ多くのビームラインを有効活用することが望まれる. 現在余り活発に使われていないビームラインはスクラップして再生する必要があるが，もし，ステーションに余裕ができるならば，蛍光 X 線分析，XAFS，X 線粉末回折などの汎用のビームラインに転換することも一案ではないだろうか. これらは必ずしも最先端のビームラインである必要は無く，使いやすく，いつでもアクセスできるような利用法も考えられる.

以上のような社会貢献には，これらを担当するスタッフが要る．現在のスタッフに研究, 装置の維持管理, 共同利用に加えて, これらの業務を課すことは難しいが, 現役を引退した企業の技術者，経験者を受託技術補佐員として雇用するなど，**新しい雇用制度を開拓**することも検討すべきであろう.

6.5 組織・運営体制

これまで，物質科学第 1，第 2 研究系において，研究グループ体制化が進められてきたが，必ずしも満足な状態とは言い難い．少ないスタッフがグループ化することは広範な放射光利用分野の中の特定領域に特化した研究を進めることになるが, 世界の最先端に出るためにはある程度のマスのグループ体制が必要になろう. これまでの歴史的な経緯から, グループに属さないで個人で研究をすすめているスタッフもいるが，これらのスタッフに満足な研究活動をしてもらうためには，執行部の不断の目配りが必要である．執行部がそれぞれのスタッフの業務，研究内容について十分な把握をし, 必要に応じて指導, 助言ができる体制を作る事が必要であろう. そのためには，各スタッフに年度毎に**成果報告書**，**研究・業務計画書**の提出を義務付けること，研究計画についてオープンな議論をすること，外部資金導入の奨励, 優れた研究計画に対する所内の予算措置を講ずることなど, 研究の活性化の方策を検討すべきであろう.

これまで物質構造科学研究所の人事は，**原則として公募**ではあるが，内部スタッフの応募も可とし，また任期無しとしていた．この制度には一長一短あり，議論の分かれるところである．確かに光源系のような加速器科学を専門とする部門では, 大学にそれを専門とする研究室がほとんど無く, 助手として採用時はほとんど加速

器の経験が無い．スタッフになってから初めて加速器の専門教育を受け，エキスパートに成長する．したがって，シニアスタッフほど外部から採用しにくく，公募人事の結果としての内部昇格を認めなければ破綻してしまうであろう．また，外部に受け皿が少ないことも問題である．ある時期には加速器研究施設との間で人事交流をするなり，外部の加速器を持つ施設との間の人事交流を積極的に進めるべきであろう．

一方，物質科学第 1，第 2 研究系のスタッフは採用時，主として物性科学，生命科学を専門にしてきた人であり，多くの場合，研究の継続が許される．確かに，共同利用の世話や装置の維持管理などの業務があるが，放射光を用いた先端装置を使った研究が比較的高い自由度でできるという恵まれた環境にある．決して大学のポストに比べて不利な条件とは言えないであろう．大事なことは**研究環境のソフトウエアの整備**であるように思われる．スタッフ各人が，放射光装置開発のエキスパートとして，あるいは，放射光利用研究による物質，生命科学のエキスパートとして成長するかどうかは，それを奨励し，協調・競争する環境作りが必要である．

現在，ポストがほぼ埋まっている状態であるが，人事の流動化，研究の活性化の観点からは，外部の研究機関に転出することも重要である．現状を見ると，在籍している助手層の高齢化が気になる．5 年以上在籍している助手は外部の研究機関に転出することも視野に入れておくべきであろう．しかし，これは本人の努力だけでは困難であり，研究グループ，あるいは，執行部が後押しする必要がある．外部に転出するためには，その**スタッフがビジブルでなくてはならない**．国際会議，国内外の学会，シンポジウムに積極的に参加し発表を行うよう奨励すること，執行部はそのための最大限の便宜を図るべきである．また，外部に転出する場合，その評価基準が所内と必ずしも同じでないことを認識しなくてはならない．そのためにも，スタッフが研究所の中の蛙にならないで，外部の研究者と交流し幅広く科学の動向を監視することが重要である．

現在物質構造科学研究所運営協議員会の下のワーキンググループで任期制の導入に関する検討が行われている．これまでは，ほとんどのスタッフが共同利用支援，あるいはそれに関連する業務に携わっているために任期制は取り入れられなかったが，人事の流動化という側面からみると任期制導入の可能性の検討が必要と思われる．

PF のような大規模な施設の運営では，加速器，ビームライン，装置技術に関しての長期的な研究開発や高い技術レベルの維持のために有能な研究者および技術者を施設内部に確保することの必要性とのバランスを考えつつ，研究所にとって有用でかつ対外的にも説得力のある任期制の導入の検討を進めることが望ましい．

7.　評価委員名簿

粟屋　容子	武蔵野美術大学造形学部・教授
太田　俊明	東京大学大学院理学系研究科・教授
郷　　信博	京都大学大学院理学研究科・教授
菊田　惺志	（財）高輝度光科学研究センター・理事
黒田　晴雄	東京理科大学総合研究所・教授（委員長）
合志　陽一	国立環境研究所・理事長
高柳　誠一	（株）東芝・技術顧問
福山　秀敏	東京大学物性研究所・所長

分科会委員名簿

【電子物性】

石黒　英治	琉球大学教育学部・教授
小杉　信博	分子科学研究所・教授
坂井　信彦	姫路工業大学理学部・教授
菅　　滋正*	大阪大学大学院基礎工学研究科・教授
谷口　雅樹	広島大学大学院理学研究科・教授
John B. West	Doctor, Daresbury Laboratory
Wolfgang Eberhardt	Professor, Forschungszentrum Julich GmbH- IFF - IEE

【構造物性】

石川　哲也	理化学研究所播磨研究所・主任研究員
加倉井和久	日本原子力研究所先端基礎研究センター・次長
坂田　　誠*	名古屋大学大学院工学研究科・教授
佐々木　聡	東京工業大学応用セラミックス研究所・教授
下村　　理	日本原子力研究所放射光科学研究センター・センター長
水木純一郎	日本原子力研究所放射光科学研究センター・次長
John P. Hill	Doctor, Brookhaven National Laboratory
Charles T. Prewitt	Professor, Geophysical Laboratory

【生命科学】

神谷　信夫*	理化学研究所・主任研究員
城　　宣嗣	理化学研究所播磨研究所・主任研究員
八木　直人	（財）高輝度光科学研究センター・主任
高倉かほる	国際基督教大学教養学部・助教授
月原　冨武	大阪大学蛋白質研究所・教授
John R. Helliwell	Professor, University of Manchester
Robert M. Sweet	Doctor, Brookhaven National Laboratory

【材料科学】

中井　　泉	東京理科大学理学部・教授
庭野　道夫	東北大学電気通信研究所・教授
松井　純爾*	姫路工業大学理学部・教授
松原英一郎	東北大学金属材料研究所・教授
圓山　　裕	広島大学理学部・教授
Steve M. Heald	Doctor, Argonne National Laboratory
Neville Greaves	Professor, University of Wales

【化学】

朝倉　清高	北海道大学触媒化学研究センター・教授
上野　信雄*	千葉大学工学部・教授
浦川　　宏	京都工芸繊維大学工芸学部・助教授
田中健一郎	広島大学大学院理学研究科・教授
山口　敏男	福岡大学理学部・教授
Adam P. Hitchcock	Professor, McMaster University
Volker Saile	Professor, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Alain Michalowicz	Professor, Université Paris-XII

【装置・方法論開発】

石黒　英治	琉球大学教育学部・教授
石川　哲也*	理化学研究所播磨研究所・主任研究員
神谷　信夫	理化学研究所・主任研究員
松井　純爾	姫路工業大学理学部・教授
田中健一郎	広島大学大学院理学研究科・教授

*主査

評価委員会の開催状況

回	日時・場所	議事内容
1	平成 13 年 9 月 28 日 （於：東京）	所長より今回の評価の趣旨説明があった後，副所長，三主幹より施設の概要及び現状報告があった．意見交換．
2	平成 13 年 12 月 19 日 （於：東京）	各分科会委員長からの評価報告と質疑応答．全体的な評価についての意見交換の後，評価報告書のまとめ方について討議した．
3	平成 14 年 4 月 10 日 （於：東京）	評価報告書（案）をもとに議論を行った．

（参考）提出資料リスト

1．Beamline Performance and Scientific Activities at the Photon Factory

2．Summary of Activities of the Photon Factory for the Period 1996-2000

3．List of publications by beamline for the period 1996-2001

4．Asian Beamline Handbook

5．分科会評価報告

6．個人別論文リスト（1995～2001）